

## The Delphion Integrated View

Get Now: ☒ PDF | [More choices...](#)Tools: Add to Work File: [Create new V](#)View: [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#) | Go to: [Derwent...](#) [E](#)

**Title:** JP2274871A2: FORMATION OF THIN FILM CONSISTING OF SUPERFINE PARTICLES CONTROLLED IN NUMBER OF ATOMS

**Country:** JP Japan  
**Kind:** A

**Inventor:** FUJIMURA TORU;

**Assignee:** KAWASAKI STEEL CORP  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

**Published / Filed:** 1990-11-09 / 1989-04-14

**Application Number:** JP1989000093067

**IPC Code:** C23C 14/32;

**Priority Number:** 1989-04-14 JP1989000093067

**Abstract:**

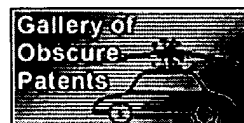
**PURPOSE:** To control the number of atoms in superfine particles and to produce the thin film meeting purposes by interposing a mass spectrograph between an accelerating electrode and a substrate, and selecting the clusters deposited on the substrate by the mass thereof.

**CONSTITUTION:** Raw materials 3 are put into a crucible 1 and are heated by a filament 16. The clusters 15 are formed by the supercooling generated by an adiabatic expansion when the heated raw materials are ejected from an injection nozzle 4. The electrons released from a filament 14 are drawn out by a grid 13 and irradiate the clusters 15 to ionize it. Ionized clusters are accelerated and throttled with the slit 7. The number of the atoms in the clusters 15 is controlled by the mass spectrograph to stick the clusters to the substrate 10. The deposition is adjusted by a shutter 11. the electrical and optical characteristics of the film are stabilized in this way.

**COPYRIGHT:** (C)1990,JPO&Japio

**Family:** None

**Other Abstract Info:** DERABS C90-380095 DERC90-380095


[Nominate](#)
[this for the Gallery...](#)

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-74871  
(P2002-74871A)

(43)公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト(参考)
G 1 1 B 21/10		G 1 1 B 21/10	N 5 D 0 4 2
5/596		5/596	5 D 0 5 9
21/21		21/21	C 5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2000-262561(P2000-262561)

(22)出願日 平成12年8月31日(2000.8.31)

(71)出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 笠島 多聞

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケー株式会社内

(72)発明者 白石 一雅

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケー株式会社内

(74)代理人 100074930

弁理士 山本 恵一

Fターム(参考) 5D042 LA01 MA15

5D059 AA01 BA01 CA30 DA33 EA03

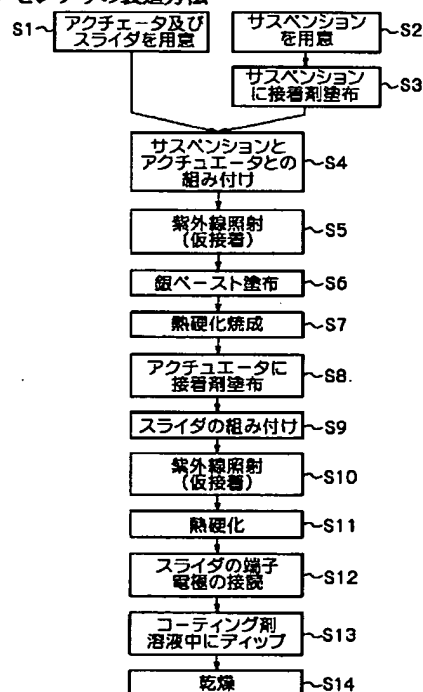
5D096 NN03 NN07

(54)【発明の名称】 微小位置決め用アクチュエータを備えたヘッドジンバルアセンブリ、該ヘッドジンバルアセンブ

(57)【要約】 リを備えたディスク装置及び該ヘッドジンバルアセンブリの製造方法

【課題】 圧電材料の脱粒を防止でき、アクチュエータの動作を阻害することなくしかも製造工程が簡易化でき、さらにアクチュエータの接着強度の低下がない微小位置決め用アクチュエータを備えたHGA、このHGAを備えたディスク装置及びこのHGAの製造方法を提供する。

【解決手段】 少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダをヘッド素子の微小位置決めを行う圧電現象を利用したアクチュエータに固着すると共にこのアクチュエータを支持機構に固着してHGAを形成した後、このHGA全体に例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダと、該ヘッドスライダが固着されており前記ヘッド素子の微小位置決めを行う圧電現象を利用したアクチュエータと、該アクチュエータが固着されており該アクチュエータを支持するための支持機構とを備えており、全体が低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜で覆われていることを特徴とする微小位置決め用アクチュエータを備えたヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項2】 前記アクチュエータが、一方の端部に形成された固定部と他方の端部に形成された可動部と該固定部及び可動部を接続する変位発生アーム部とを有しており、前記支持機構が前記アクチュエータの一方の面における前記固定部に固着されており、前記ヘッドスライダが前記アクチュエータの他方の面における前記可動部に固着されていることを特徴とする請求項1に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項3】 前記アクチュエータが、前記支持機構に固着されている基部と、該基部から突出しており駆動信号に従って変位可能な1対の可動アーム部とを備えており、該可動アーム部間に前記ヘッドスライダが挟設されていることを特徴とする請求項1に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項4】 前記低表面エネルギーコーティング剤がフッ素系コーティング剤であることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項5】 前記被覆膜の膜厚が1.8nm以下であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項6】 前記被覆膜の膜厚が1.2nm以下であることを特徴とする請求項5に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項7】 前記ヘッド素子が薄膜磁気ヘッド素子であることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のヘッドジンバルアセンブリ。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか1項に記載のヘッドジンバルアセンブリを少なくとも1つ備えたことを特徴とするディスク装置。

【請求項9】 少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダを、該ヘッド素子の微小位置決めを行う圧電現象を利用したアクチュエータを介して支持機構に固着してヘッドジンバルアセンブリを形成した後、該ヘッドジンバルアセンブリ全体に低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成することを特徴とするヘッドジンバルアセンブリの製造方法。

【請求項10】 一方の端部に形成された固定部と他方の端部に形成された可動部と該固定部及び可動部を接続する変位発生アーム部とを有しており、ヘッド素子の微小位置決めを行う圧電現象を利用したアクチュエータを

用意し、該アクチュエータの前記固定部を支持機構に固着し、少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダを該支持機構に固着した前記アクチュエータの前記可動部に固着してヘッドジンバルアセンブリを形成した後、該ヘッドジンバルアセンブリ全体に低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成することを特徴とするヘッドジンバルアセンブリの製造方法。

【請求項11】 駆動信号に従って変位可能な1対の可動アーム部を備えたヘッド素子微小位置決め用のアクチュエータを用意し、該アクチュエータの前記可動アーム部間に少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダを挟設し、該ヘッドスライダを取り付けた前記アクチュエータを支持機構に固着してヘッドジンバルアセンブリを形成した後、該ヘッドジンバルアセンブリ全体に低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成することを特徴とするヘッドジンバルアセンブリの製造方法。

【請求項12】 前記被覆膜の形成が、前記ヘッドジンバルアセンブリを低表面エネルギーコーティング剤溶液内に浸漬した後、乾燥して行われることを特徴とする請求項9から11のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項13】 前記低表面エネルギーコーティング剤がフッ素系コーティング剤であることを特徴とする請求項9から12のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項14】 前記被覆膜の膜厚を1.8nm以下とすることを特徴とする請求項9から13のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項15】 前記被覆膜の膜厚を1.2nm以下とすることを特徴とする請求項14に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、薄膜磁気ヘッド素子又は光ヘッド素子等のヘッド素子の微小位置決め用アクチュエータを備えたヘッドジンバルアセンブリ（HGA）、このHGAを備えたディスク装置及びこのHGAの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置では、HGAのサスペンションの先端部に取り付けられた磁気ヘッドスライダを、回転する磁気ディスクの表面から浮上させ、その状態で、この磁気ヘッドスライダに搭載された薄膜磁気ヘッド素子により磁気ディスクへの記録及び／又は磁気ディスクからの再生が行われる。

【0003】 近年、磁気ディスク装置の大容量化及び高密度記録化に伴い、ディスク半径方向（トラック幅方向）の密度の高密度化が進んできており、従来のごときボイスコイルモータ（以下VCMと称する）のみによる制御では、磁気ヘッドの位置を正確に合わせることが難しくなっている。

【0004】 磁気ヘッドの精密位置決めを実現する手段

の一つとして提案されているのが、従来のVCMよりさらに磁気ヘッドスライダ側にもう1つのアクチュエータ機構を搭載し、VCMで追従しきれない微細な精密位置決めを、そのアクチュエータによって行なう技術である（例えば、特開平6-259905号公報、特開平6-309822号公報、特開平8-180623号公報参照）。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】圧電素子を利用したこの種のアクチュエータを用いた場合、圧電素子の粒子が脱落する（脱粒する）問題がある。即ち、圧電材料自体が脆弱な材料であるため、通常の使用状態であっても素子自身の欠けやクラックが発生する確率が高く、ましてや長期間の動作により結晶等の粒界が剥離して脱粒が発生し易くなる。磁気ディスク上に配置されるこの種のアクチュエータにおいては、いかなる脱粒をも許されるものではない。

【0006】このような圧電材料は、脱粒が少なくなるように素材自身の性質を変化させることが難しい。このため、本出願人は、アクチュエータの表面にコーティングを施すことにより脱粒防止を図る技術を既に提案している（特願平11-296597号）。

【0007】一般に、アクチュエータを備えたHGAにおいては、アクチュエータの動きを阻害しないために、磁気ヘッドスライダ及びアクチュエータ間、場合によってはアクチュエータ及びサスペンション間に間隙を置いて組み立てる必要がある。しかしながら、アクチュエータの表面にコーティングを施すと、このような間隙がなくなり、磁気ヘッドスライダ及びアクチュエータ間、及び／又はアクチュエータ及びサスペンション間で摩擦が生じてアクチュエータのストローク（変位）が低下し、スライダの動きが阻害されてしまう。

【0008】さらに、コーティングを施すとそのコーティング面における接着強度を維持することが難しくなり、どうしても強度劣化が生じる。

【0009】従って本発明は、従来技術の上述した問題を解消するものであり、その目的は、圧電材料を用いた場合にも脱粒を確実に防止できる微小位置決め用アクチュエータを備えたHGA、このHGAを備えたディスク装置及びこのHGAの製造方法を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、アクチュエータの変位を阻害することなくしかも製造工程を簡易化できる微小位置決め用アクチュエータを備えたHGA、このHGAを備えたディスク装置及びこのHGAの製造方法を提供することにある。

【0011】本発明のさらに他の目的は、アクチュエータの接着強度の低下がない微小位置決め用アクチュエータを備えたHGA、このHGAを備えたディスク装置及びこのHGAの製造方法を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダと、このヘッドスライダが固着されておりヘッド素子の微小位置決めを行う圧電現象を利用したアクチュエータと、このアクチュエータが固着されておりアクチュエータを支持するための支持機構とを備えており、全体が例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜で覆われている微小位置決め用アクチュエータを備えたHGA及び少なくとも1つのHGAを備えたディスク装置が提供される。

【0013】さらに本発明によれば、少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダを、ヘッド素子の微小位置決めを行う圧電現象を利用したアクチュエータを介して支持機構に固着してHGAを形成した後、このHGA全体に例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成するHGAの製造方法が提供される。

【0014】またさらに、本発明によれば、一方の端部に形成された固定部と他方の端部に形成された可動部とこれら固定部及び可動部を接続する変位発生アーム部とを有しており、ヘッド素子の微小位置決めを行う圧電現象を利用したアクチュエータを用意し、このアクチュエータの固定部を支持機構に固着し、少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダを支持機構に固着したアクチュエータの可動部に固着してHGAを形成した後、このHGA全体に例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成するHGAの製造方法が提供される。

【0015】さらに、本発明によれば、駆動信号に従って変位可能な1対の可動アーム部を備えたヘッド素子微小位置決め用のアクチュエータを用意し、このアクチュエータの可動アーム部間に少なくとも1つのヘッド素子を有するヘッドスライダを挟設し、ヘッドスライダを取り付けたアクチュエータを支持機構に固着してHGAを形成した後、このHGA全体に例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成するHGAの製造方法が提供される。

【0016】HGA全体が例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜で覆われているので、アクチュエータの圧電材料部分も全て被覆されることとなるから、脱粒が皆無となる。低表面エネルギーコーティング剤は、揮水性があるため、高温、高湿度の環境下においてもコーティング剤の吸水によるマイグレーションが生じない。

【0017】また、圧電材料のみならずアクチュエータ及びヘッドスライダの電極端子部まで被覆されるので、接続の信頼性向上をも図ることができる。加えて、ヘッドスライダの浮上面（ABS）も同時に被覆されるため、ABSへのコンタミネーション付着をも防止でき

る。

【0018】さらに、HGAを形成した後、このHGA全体に例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成しているので、即ち、接着後にコーティングしているので、接着強度が低下することは全くない。

【0019】アクチュエータが、一方の端部に形成された固定部と他方の端部に形成された可動部とこれら固定部及び可動部を接続する変位発生アーム部とを有しており、支持機構がアクチュエータの一方の面における固定部に固着されており、ヘッドスライダがアクチュエータの他方の面における可動部に固着されていることが好ましい。

【0020】アクチュエータが、支持機構に固着されている基部と、基部から突出しており駆動信号に従って変位可能な1対の可動アーム部とを備えており、可動アーム部間にヘッドスライダが挟設されていることも好ましい。

【0021】被覆膜の膜厚が1.8nm以下であることが好ましく、1.2nm以下であることがより好ましい。被覆膜の膜厚をこの程度に制御することによって、アクチュエータのストローク（変位）が低下することがなく、ヘッドスライダの動きが阻害されることはなくなる。

【0022】ヘッド素子が薄膜磁気ヘッド素子であることも好ましい。

【0023】被覆膜の形成が、HGAを例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤溶液内に浸漬した後、乾燥して行われることが好ましい。このように、浸漬によりHGA全体に被覆膜を形成しているので、HGAの各部材間の間隙を埋めることなく薄膜コーティングが行えるから、アクチュエータの動作が阻害されない。しかも、浸漬のみでHGAのコーティングができるので、製造工程を大幅に簡易化できる。

【0024】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態として、磁気ディスク装置の要部の構成を概略的に示す斜視図であり、図2は図1の実施形態におけるヘッドジンバルアセンブリ（HGA）全体をスライダ側から見た平面図であり、図3は図1の実施形態におけるアクチュエータ及び磁気ヘッドスライダのフレクシャへの取り付け構造を示す分解斜視図である。なお、本実施形態は、アクチュエータとして、ピギーバック構造と称されるものを用いた場合である。

【0025】図1において、10は軸11の回りを回転する複数の磁気ディスク、12は磁気ヘッドスライダをトラック上に位置決めするためのアセンブリキャリッジ装置をそれぞれ示している。アセンブリキャリッジ装置12は、軸13を中心にして角揺動可能なキャリッジ14と、このキャリッジ14を角揺動駆動する例えばボイ

スコイルモータ（VCM）からなる主アクチュエータ15とから主として構成されている。

【0026】キャリッジ14には、軸13の方向にスタックされた複数の駆動アーム16の基部が取り付けられており、各駆動アーム16の先端部にはHGA17が固着されている。各HGA17は、その先端部に設けられている磁気ヘッドスライダが、各磁気ディスク10の表面に対して対向するように駆動アーム16の先端部に設けられている。

【0027】図2及び図3に示すように、HGAは、サスペンション20の先端部に磁気ヘッド素子の精密位置決めを行うためのアクチュエータ22を取り付け、そのアクチュエータ22に磁気ヘッド素子を有するスライダ21を固着して構成される。

【0028】図1に示す主アクチュエータ15はHGA17を取り付けた駆動アーム16を変位させてアセンブリ全体を動かすために設けられており、アクチュエータ22はそのような主アクチュエータ15では駆動できない微細な変位を可能にするために設けられている。

【0029】サスペンション20は、図2及び図3に示すように、アクチュエータ22を介してスライダ21を担持する弾性を有するフレクシャ26と、フレクシャ26を支持固着しておりこれも弾性を有するロードビーム23と、ロードビーム23の基部に設けられたベースプレート27とから主として構成されている。

【0030】フレクシャ26は、ロードビーム23に設けられたディンプルに押圧される軟らかい舌部26aを一方の端部に有しており、この舌部26aでアクチュエータ22を介してスライダ21を柔軟に支えるような弾性を持っている。本実施形態のように、フレクシャ26とロードビーム23とが独立した部品である3ピース構造のサスペンションでは、フレクシャ26の剛性はロードビーム23の剛性より低くなっている。

【0031】フレクシャ26は、本実施形態では、厚さ約25 $\mu$ mのステンレス鋼板（例えばSUS304T A）によって構成されている。

【0032】ロードビーム23は、先端に向けて幅が狭くなる形状の約60～65 $\mu$ m厚の弾性を有するステンレス鋼板で構成されており、フレクシャ26をその全長に渡って支持している。ただし、フレクシャ26とロードビーム23との固着は、複数の溶接点によるピンポイント固着によってなされている。

【0033】ベースプレート27は、ステンレス鋼又は鉄で構成されており、ロードビーム23の基部に溶接によって固着されている。このベースプレート27を取り付け部27aで固定することによって、サスペンション20の駆動アーム16（図1）への取り付けが行われる。なお、フレクシャ26とロードビーム23とを別個に設けず、ベースプレートとフレクシャロードビームとの2ピース構造のサスペンションとしてもよい。

【0034】フレクシャ26上には、積層薄膜パターンによる複数のリード導体を含む可撓性の配線部材28が形成されている。即ち、配線部材28は、フレキシブルプリント回路(Flexible Print Circuit, FPC)のごとく金属薄板上にプリント基板を作成するのと同じ公知のパターニング方法で形成されている。例えば、厚さ約5 $\mu$ mのポリイミド等の樹脂材料による第1の絶縁性材料層、パターン化された厚さ約4 $\mu$ mのCu層(リード導体層)及び厚さ約5 $\mu$ mのポリイミド等の樹脂材料による第2の絶縁性材料層をこの順序でフレクシャ26側から順次積層することによって形成される。ただし、磁気ヘッド素子及び外部回路と接続するための接続パッドの部分は、Cu層上にAu層が積層形成されており、その上に絶縁性材料層は形成されていない。

【0035】本実施形態においてこの配線部材28は、磁気ヘッド素子に接続される片側2本、両側で計4本のリード導体を含む第1の配線部材28aと、アクチュエータ22に接続される片側2本、両側で計4本のリード導体を含む第2の配線部材28bとから構成されている。

【0036】第1の配線部材28aのリード導体の一端は、フレクシャ26の先端部に設けられた磁気ヘッド素子用接続パッド29に接続されている。接続パッド29は、磁気ヘッドスライダ21の端子電極に金ボンディング、ワイヤボンディング又はステッチボンディング等により接続されている。第1の配線部材28aのリード導体の他端は外部回路と接続するための外部回路用接続パッド30に接続されている。

【0037】第2の配線部材28bのリード導体の一端は、フレクシャ26の舌部26aに形成されたアクチュエータ用接続パッド(図示なし)に接続されており、この接続パッドはアクチュエータ22の端子電極に接続されている。第2の配線部材28bのリード導体の他端は外部回路と接続するための外部回路用接続パッド30に接続されている。

【0038】アクチュエータ22は、固定部22a及び可動部22bを有し、さらに、これらを接続する2本の棒状の変位発生アーム部22c及び22dを有する。変位発生アーム部22c及び22dには、両側に電極層が存在する圧電・電歪材料層が少なくとも1層設けられており、電極層に電圧を印加することにより伸縮を発生する構成となっている。圧電・電歪材料層は、逆圧電効果又は電歪効果により伸縮する圧電・電歪材料からなる。固定部22aには、上述の電極層に接続されている3つの端子電極が形成されている。

【0039】図3に示すように、フレクシャ26の舌部26aには、アクチュエータ22の固定部22aにおける上面が接着剤によって接着されている。アクチュエータ22の可動部22bは、磁気ヘッドスライダ21の後

端側(磁気ヘッド素子21bの形成端側)の所定部22aに固着面が接着剤により接着されることによって固着されている。

【0040】このように、変位発生アーム部22c及び22dの一端は固定部22aを介してフレクシャ26に連結され、変位発生アーム部22c及び22dの他端は可動部22bを介してスライダ21に連結されている。従って、変位発生アーム部22c及び22dの伸縮によりスライダ21が変位して、磁気ヘッド素子が磁気ディスクの記録トラックと交差するように弧状に変位する。

【0041】変位発生アーム部22c及び22dにおける圧電・電歪材料層がPZT等のいわゆる圧電材料から構成されている場合、この圧電・電歪材料層には、通常、変位性能向上のための分極処理が施されている。この分極処理による分極方向は、アクチュエータ22の厚さ方向である。電極層に電圧を印加したときの電界の向きが分極方向と一致する場合、両電極間の圧電・電歪材料層はその厚さ方向に伸長(圧電縦効果)し、その面内方向では収縮(圧電横効果)する。一方、電界の向きが分極方向と逆である場合、圧電・電歪材料層はその厚さ方向に収縮(圧電縦効果)し、その面内方向では伸長(圧電横効果)する。そして、一方の変位発生アーム部と他方の変位発生アーム部とに、収縮を生じさせる電圧を交互に印加すると、一方の変位発生アーム部の長さとは他方の変位発生アーム部の長さとの比率が変化し、これによって両変位発生アーム部はアクチュエータ22の面内において同方向に撓む。この撓みによって、固定部22aに対し可動部22bが、電圧無印加時の位置を中央として図3の矢印31の方向に揺動することになる。この揺動は、可動部22bが、変位発生アーム部22c及び22dの伸縮方向に対しほぼ直交する方向に弧状の軌跡を描く変位であり、揺動方向はアクチュエータの面内に存在する。従って、磁気ヘッド素子も弧状の軌跡を描いて揺動することになる。このとき、電圧と分極とは向きが同じなので、分極減衰のおそれがなく、好ましい。なお、両変位発生アーム部に交互に印加する電圧が変位発生アーム部を伸長させるものであっても、同様な揺動が生じる。

【0042】アクチュエータ22としては、両変位発生アーム部に、互いに逆の変位が生じるような電圧を同時に印加してもよい。即ち、一方の変位発生アーム部と他方の変位発生アーム部とに、一方が伸長したとき他方が収縮し、一方が収縮したとき他方が伸長するような交番電圧を同時に印加してもよい。このときの可動部22bの揺動は、電圧無印加時の位置を中央とするものとなる。この場合、駆動電圧を同じとしたときの揺動の振幅は、電圧を交互に印加する場合の約2倍となる。ただし、この場合、揺動の一方の側では変位発生アーム部を伸長させることになり、このときの駆動電圧は分極の向きと逆となる。このため、印加電圧が高い場合や継続的

に電圧印加を行う場合には、圧電・電歪材料の分極が減衰するおそれがある。従って、分極と同じ向きに一定の直流バイアス電圧を加えておき、このバイアス電圧に前記交番電圧を重ねたものを駆動電圧とすることにより、駆動電圧の向きが分極の向きと逆になることがないようにする。この場合の揺動は、バイアス電圧だけを印加したときの位置を中央とするものとなる。

【0043】なお、圧電・電歪材料とは、逆圧電効果または電歪効果により伸縮する材料を意味する。圧電・電歪材料は、上述したようなアクチュエータの変位発生アーム部に適用可能な材料であれば何であってもよいが、剛性が高いことから、通常、PZT [Pb (Zr, Ti) O<sub>3</sub>]、PT (PbTiO<sub>3</sub>)、PLZT [(Pb, La) (Zr, Ti) O<sub>3</sub>]、チタン酸バリウム (BaTiO<sub>3</sub>) 等のセラミックス圧電・電歪材料が好ましい。

【0044】本実施形態において重要なポイントは、図には示されていないが、HGA全体が例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜で覆われていることである。フッ素系コーティング剤としては、例えば、住友スリーエム株式会社のフロラードFC-722が用いられる。

【0045】このように、HGA全体が被覆膜で覆うことにより、アクチュエータ22のPZT部分も全て被覆されることとなるから、脱粒が皆無となる。FC-722等のフッ素系コーティング剤は、揮水性があるため、高温、高湿度の環境下においてもコーティング剤の吸水によるマイグレーションが生じない。

【0046】また、PZTのみならずアクチュエータ22及びヘッドスライダ21の電極端子部まで被覆されるので、接続の信頼性向上をも図ることができる。加えて、ヘッドスライダ21のABSも同時に被覆されるため、ABSへのコンタミネーション付着をも防止できる。

【0047】本発明のHGAにおけるサスペンションの構造は、以上述べた構造に限定されるものではないことは明かである。なお、図示されていないが、サスペンション20の途中にヘッド駆動用ICチップを装着してもよい。

【0048】図4は、本実施形態におけるHGAの一製造過程を説明するためのフローチャートである。

【0049】まず、前述のごときアクチュエータ22及び磁気ヘッドスライダ21を用意する（ステップS1）。

【0050】サスペンション側においては、用意されたサスペンション20（ステップS2）のフレクシャ26の舌部26aの接着部に接着剤を塗布する（ステップS3）。

【0051】次いで、アクチュエータ22とサスペンションとの組み付けを行い（ステップS4）、その後、紫

外線を照射して接着剤をある程度硬化させ、仮接着を行う（ステップS5）。

【0052】次いで、アクチュエータ22の端子電極をフレクシャ26の舌部26aに形成された接続パッドに接続すべく、対応する部分に銀ペーストを塗布し（ステップS6）、加熱して銀ペーストを焼成すると共に接着剤を完全に熱硬化させる（ステップS7）。

【0053】その後、このようにして組み立てたアクチュエータサスペンションアッシーにおけるアクチュエータ22の固着面上に接着剤を塗布する（ステップS8）。

【0054】次いで、これらアクチュエータサスペンションアッシー上に磁気ヘッドスライダ21を組み付けてHGAの形成を行い（ステップS9）、その後、紫外線を照射して接着剤をある程度硬化させ、仮接着を行った（ステップS10）後、さらに、加熱して接着剤を完全に熱硬化させる（ステップS11）。

【0055】次いで、磁気ヘッドスライダ21の端子電極をフレクシャ26の先端部に設けられた接続パッド29に接続する処理を行う（ステップS12）。

【0056】その後、このようにして組み立てたHGAを、丸ごと、フッ素系コーティング剤である例えば、住友スリーエム株式会社のフロラードFC-722の溶液内にディップする（ステップS13）。具体的には、単なる一例であるが、FC-722（2%）を、溶剤である住友スリーエム株式会社のPF5060（98%）で溶解して得た溶液中に浸漬（ディップ）する。

【0057】次いで、HGAをこの溶液から引き上げて乾燥させる（ステップS14）。この乾燥は、オープン内にHGAを入れ、例えば120℃、約30分の熱硬化を行うことによりなされる。紫外線又は赤外線を照射して熱硬化させてもよい。

【0058】これにより、HGA全体が被覆膜で覆われているので、アクチュエータのPZT部分も全て被覆されることとなるから、脱粒が皆無となる。FC-722等のフッ素系コーティング剤は、揮水性があるため、高温、高湿度の環境下においてもコーティング剤の吸水によるマイグレーションが生じない。

【0059】また、PZTのみならずアクチュエータ22及びヘッドスライダ21の電極端子部まで被覆されるので、接続の信頼性向上をも図ることができる。加えて、ヘッドスライダ21のABSも同時に被覆されるため、ABSへのコンタミネーション付着をも防止できる。さらに、接着等の工程を経てHGAを形成した後、このHGA全体にフッ素系コーティング剤による被覆膜を形成しているため、接着強度が低下することは全くない。しかも、ディップのみでHGAのコーティングができるので、製造工程を大幅に簡易化できる。

【0060】HGA全体を覆う被覆膜の膜厚は、ディップ時の溶液の濃度、ディップしてHGAをディップ槽か

ら引き上げる時の速度（一般に、引き上げ速度が速いと膜厚は厚くなり、遅いと薄くなる）、ディップ温度等によって制御可能であるが、あまり厚くなるとアクチュエータ22の動きが阻害されてストローク（変位）が低下してしまう。図5は被覆膜の膜厚に対するストロークの低下特性を表す図である。同図から分かるように、被覆膜の膜厚は、1.8nm以下であることがHGAの各部材間の間隙を埋めることなく薄膜コーティングが行える点から好ましく、1.2nm以下であることがより好ましい。

【0061】なお、HGAをディップさせる溶液は、フッ素系コーティング剤溶液に限定されることなく、低表面エネルギーコーティング剤溶液であればいかなるものであってもよい。

【0062】図6は本発明の他の実施形態におけるHGA全体を表す斜視図であり、図7及び図8は図6の実施形態におけるHGAの先端部を互いに異なる方向から見た斜視図である。なお、本実施形態は、アクチュエータとして、スライダ挟設型のものを用いた場合である。

【0063】図6～図8に示すように、本実施形態におけるHGAは、サスペンション60の先端部に、磁気ヘッド素子を有する磁気ヘッドスライダ61の側面を挟持している精密位置決めを行うためのアクチュエータ62を固着して構成される。

【0064】図1に示す主アクチュエータ15はHGA17を取り付けた駆動アーム16を変位させてアセンブリ全体を動かすために設けられており、このアクチュエータ62はそのような主アクチュエータ15では駆動できない微細な変位を可能にするために設けられている。

【0065】サスペンション60は、図6～図8に示すように、第1及び第2のロードビーム63及び64と、これら第1及び第2のロードビーム63及び64を互いに連結する弾性を有するヒンジ65と、第2のロードビーム64及びヒンジ65上に固着支持された弾性を有するフレクシャ66と、第1のロードビーム63の取り付け部63aに設けられた円形のベースプレート67とから主として構成されている。

【0066】フレクシャ66は、第2のロードビーム64に設けられたディンプル（図示なし）に押圧される軟らかい舌部66aを一方の端部に有しており、この舌部66a上には、ポリイミド等による絶縁層66bを介してアクチュエータ62の基部62aが固着されている。このフレクシャ66は、この舌部66aでアクチュエータ62を介して磁気ヘッドスライダ61を柔軟に支えるような弾性を持っている。フレクシャ66は、本実施形態では、厚さ約20μmのステンレス鋼板（例えばSUS304TA）によって構成されている。なお、フレクシャ66と第2のロードビーム64及びヒンジ65との固着は、複数の溶接点によるピンポイント固着によってなされている。

【0067】ヒンジ65は、第2のロードビーム64にアクチュエータ62を介してスライダ61を磁気ディスク方向に押えつける力を与えるための弾性を有している。このヒンジ65は、本実施形態では、厚さ約40μmのステンレス鋼板によって構成されている。

【0068】第1のロードビーム63は、本実施形態では、約100μm厚のステンレス鋼板で構成されており、ヒンジ65をその全面に渡って支持している。ただし、ロードビーム63とヒンジ65との固着は、複数の溶接点によるピンポイント固着によってなされている。また、第2のロードビーム64も、本実施形態では、約100μm厚のステンレス鋼板で構成されており、ヒンジ65にその端部において固着されている。ただし、ロードビーム64とヒンジ65との固着も、複数の溶接点によるピンポイント固着によってなされている。なお、この第2のロードビーム64の先端には、非動作時にHGAを磁気ディスク表面から離しておくためのリフトタブ64aが設けられている。

【0069】ベースプレート67は、本実施形態では、約150μm厚のステンレス鋼又は鉄で構成されており、第1のロードビーム63の基部の取り付け部63aに溶接によって固着されている。このベースプレート67が駆動アーム16（図1）に取り付けられる。

【0070】フレクシャ66上には、積層薄膜パターンによる複数のリード導体を含む可撓性の配線部材68が形成又は載置されている。配線部材68は、FPCのごとく金属薄板上にプリント基板を作成するのと同じ公知のパターニング方法で形成されている。この配線部材68は、例えば、厚さ約5μmのポリイミド等の樹脂材料による第1の絶縁性材料層、パターン化された厚さ約4μmのCu層（リード導体層）及び厚さ約5μmのポリイミド等の樹脂材料による第2の絶縁性材料層をこの順序でフレクシャ66側から順次積層することによって形成される。ただし、磁気ヘッド素子、アクチュエータ及び外部回路と接続するための接続パッドの部分は、Cu層上にAu層が積層形成されており、その上に絶縁性材料層は形成されていない。

【0071】本実施形態においてこの配線部材68は、磁気ヘッド素子に接続される片側2本、両側で計4本のリード導体を含む第1の配線部材68aと、アクチュエータ62に接続される片側1本、両側で計2本のリード導体を含む第2の配線部材68bとから構成されている。

【0072】第1の配線部材68aのリード導体の一端は、フレクシャ66の先端部において、このフレクシャ66から切り離されており自由運動できる分離部66c上に設けられた磁気ヘッド素子用接続パッド69に接続されている。接続パッド69は、磁気ヘッドスライダ61の端子電極61aに金ボンディング、ワイヤボンディング又はステッチボンディング等により接続されてい



る。第1の配線部材68aのリード導体の他端は外部回路と接続するための外部回路用接続パッド70に接続されている。

【0073】第2の配線部材68bのリード導体の一端は、フレキシャ66の舌部66aの絶縁層66b上に形成されたアクチュエータ用接続パッド71に接続されており、この接続パッド71はアクチュエータ62の基部62aに設けられたAチャネル及びBチャネル信号端子電極62b及び62cにそれぞれ接続されている。第2の配線部材68bのリード導体の他端は外部回路と接続するための外部回路用接続パッド70に接続されている。

【0074】本発明のHGAにおけるサスペンションの構造は、以上述べた構造に限定されるものではないことは明らかである。なお、図示されていないが、サスペンション60の途中にヘッド駆動用ICチップを装着してもよい。

【0075】図9は本実施形態におけるアクチュエータの構造を示す平面図である。

【0076】同図に示すように、アクチュエータ62は、その平面形状が略コ字状となっており、サスペンションに固着される基部90(62a)の両端から1対の可動アーム部91及び92が垂直に伸びている。可動アーム部91及び92の先端部には、磁気ヘッドスライダ61の側面に固着されるスライダ固着部93及び94がそれぞれ設けられている。スライダ固着部93及び94間の間隔は、挟設すべき磁気ヘッドスライダの幅よりやや小さくなるように設定されている。アクチュエータ62の厚さは、アクチュエータ実装によりHGAの厚さを増大させないように、挟設すべき磁気ヘッドスライダの厚さ以下に設定されている。逆にいえば、アクチュエータ62の厚さを挟設すべき磁気ヘッドスライダの厚さまで大きくすることによって、HGAの厚さを増大させることなくアクチュエータ自体の強度を上げることができる。

【0077】スライダ固着部93及び94は、磁気ヘッドスライダ61方向に突出しており、これによって、この部分のみが磁気ヘッドスライダ61の側面と固着され、磁気ヘッドスライダ側面と可動アーム部91及び92との間の残りの部分が空隙となるようになされている。

【0078】可動アーム部91及び92は、それぞれ、アーム部材91a及び92aとこれらアーム部材91a及び92aの側面に形成された圧電素子91b及び92bとから構成されている。

【0079】基部90並びにアーム部材91a及び92aは、弾性を有するセラミック焼結体、例えばZrO<sub>2</sub>で一体的に形成されている。このように、アクチュエータの主要部を剛性の高い即ち撓みに対して強いZrO<sub>2</sub>等のセラミック焼結体とすることにより、アクチュエー

タ自体の耐衝撃性が向上する。

【0080】圧電素子91b及び92bの各々は、逆圧電効果又は電歪効果により伸縮する圧電・電歪材料層と信号電極層とグラウンド電極層とが交互に積層された多層構造となっている。信号電極層は図7及び図8に示すAチャネル又はBチャネル信号端子電極62b又は62cに接続されており、グラウンド電極層はグラウンド端子62d又は62eに接続されている。

【0081】圧電・電歪材料層がPZT等のいわゆる圧電材料から構成されており、通常、変位性能向上のための分極処理が施されている。この分極処理による分極方向は、圧電素子の積層方向である。電極層に電圧を印加したときの電界の向きが分極方向と一致する場合、両電極間の圧電・電歪材料層はその厚さ方向に伸長(圧電縦効果)し、その面内方向では収縮(圧電横効果)する。一方、電界の向きが分極方向と逆である場合、圧電・電歪材料層はその厚さ方向に収縮(圧電縦効果)し、その面内方向では伸長(圧電横効果)する。

【0082】圧電素子91b及び92bに、収縮又は伸長を生じさせる電圧を印加すると、各圧電素子部分がその都度収縮又は伸長し、これによって可動アーム部91及び92の各々は、S字状に撓みその先端部が横方向に直線的に揺動する。その結果、磁気ヘッドスライダ61も同様に横方向に直線的に揺動する。このように、角揺動ではなく、直線揺動であるため、磁気ヘッド素子のより精度の高い位置決めが可能となる。

【0083】両圧電素子に、互いに逆の変位が生じるような電圧を同時に印加してもよい。即ち、一方の圧電素子と他方の圧電素子とに、一方が伸長したとき他方が収縮し、一方が収縮したとき他方が伸長するような交番電圧を同時に印加してもよい。このときの可動アーム部の揺動は、電圧無印加時の位置を中央とするものとなる。この場合、駆動電圧を同じとしたときの揺動の振幅は、電圧を交互に印加する場合の約2倍となる。ただし、この場合、揺動の一方の側では圧電素子を伸長させることになり、このときの駆動電圧は分極の向きと逆となる。このため、印加電圧が高い場合や継続的に電圧印加を行う場合には、圧電・電歪材料の分極が減衰するおそれがある。従って、分極と同じ向きに一定の直流バイアス電圧を加えておき、このバイアス電圧に上述の交番電圧を重ねたものを駆動電圧とすることにより、駆動電圧の向きが分極の向きと逆になることがないようにする。この場合の揺動は、バイアス電圧だけを印加したときの位置を中央とするものとなる。

【0084】なお、圧電・電歪材料とは、逆圧電効果または電歪効果により伸縮する材料を意味する。圧電・電歪材料は、上述したようなアクチュエータの可動アーム部に適用可能な材料であれば何であってよいが、剛性が高いことから、通常、PZT[Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub>]、PT(PbTiO<sub>3</sub>)、PLZT[(Pb, L

a) (Zr, Ti)O<sub>3</sub>〕、チタン酸バリウム(BaTiO<sub>3</sub>)等のセラミックス圧電・電歪材料が好ましい。

【0085】本実施形態において重要なポイントは、図には示されていないが、HGA全体が例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜で覆われていることである。フッ素系コーティング剤としては、例えば、住友スリーエム株式会社のフロラードFC-722が用いられる。

【0086】このように、HGA全体が被覆膜で覆うことにより、アクチュエータ62のPZT部分も全て被覆されることとなるから、脱粒が皆無となる。FC-722等のフッ素系コーティング剤は、揮水性があるため、高温、高湿度の環境下においてもコーティング剤の吸水によるマイグレーションが生じない。

【0087】また、PZTのみならずアクチュエータ62及びヘッドスライダ61の電極端子部まで被覆されるので、接続の信頼性向上をも図ることができる。加えて、ヘッドスライダ61のABSも同時に被覆されるため、ABSへのコンタミネーション付着をも防止できる。

【0088】本発明のHGAにおけるサスペンションの構造は、以上述べた構造に限定されるものではないことは明らかである。なお、図示されていないが、サスペンション60の途中にヘッド駆動用ICチップを装着してもよい。

【0089】図10は、本実施形態におけるHGAの一製造過程を説明するためのフローチャートである。

【0090】まず、前述のごときアクチュエータ62を用意する(ステップS101)。

【0091】磁気ヘッドスライダ61側においては、用意された磁気ヘッドスライダ61(ステップS102)の両側面に接着剤を塗布する(ステップS103)。

【0092】次いで、この磁気ヘッドスライダ61を、同じく平板上に載置されているアクチュエータ62の可動アーム部91及び92間に挿入し(ステップS104)、その後、紫外線を照射して接着剤をある程度硬化させ、仮接着を行う(ステップS105)。なお、アクチュエータ62の可動アーム部91及び92におけるスライダ固着部93及び94間の間隔が磁気ヘッドスライダ61の幅よりやや小さくなるように設定しておけば、可動アーム部91及び92の把持力で磁気ヘッドスライダ61は、ホルダ等を用いることなく仮固定される。

【0093】次いで、加熱して接着剤を完全に熱硬化させる(ステップS106)。これにより、磁気ヘッドスライダ61とアクチュエータ62との複合体であるスライダークチュエータアッシーが形成される。

【0094】一方、前述したようなサスペンションを用意し(ステップS107)、そのフレクシャ66の舌部66aにおける絶縁層66b上とフレクシャ66の分離部66c上に接着剤をそれぞれ塗布しておき(ステップ

S108)、スライダークチュエータアッシーをサスペンション上に接着固定する。これにより、スライダークチュエータアッシーのサスペンションへの組み付けが行われてHGAが形成される(ステップS109)。

【0095】次いで、紫外線を照射して接着剤をある程度硬化させ、仮接着を行った(ステップS110)後、さらに、加熱して接着剤を完全に熱硬化させる(ステップS111)。

【0096】次いで、磁気ヘッドスライダ61及びアクチュエータ62の端子電極を接続パッドに接続する処理を行う(ステップS112)。

【0097】その後、このようにして組み立てたHGAを丸ごと、フッ素系コーティング剤である例えば、住友スリーエム株式会社のフロラードFC-722の溶液内にディップする(ステップS113)。具体的には、単なる一例であるが、FC-722(2%)を、溶剤である住友スリーエム株式会社のPF5060(98%)で溶解して得た溶液中に浸漬(ディップ)する。

【0098】次いで、HGAをこの溶液から引き上げて乾燥させる(ステップS114)。この乾燥は、オープン内にHGAを入れ、例えば120℃、約30分の熱硬化を行うことによりなされる。紫外線又は赤外線を照射して熱硬化させてもよい。

【0099】これにより、HGA全体が被覆膜で覆われているので、アクチュエータのPZT部分も全て被覆されることとなるから、脱粒が皆無となる。FC-722等のフッ素系コーティング剤は、揮水性があるため、高温、高湿度の環境下においてもコーティング剤の吸水によるマイグレーションが生じない。

【0100】また、PZTのみならずアクチュエータ62及びヘッドスライダ61の電極端子部まで被覆されるので、接続の信頼性向上をも図ることができる。加えて、ヘッドスライダ61のABSも同時に被覆されるため、ABSへのコンタミネーション付着をも防止できる。さらに、接着等の工程を経てHGAを形成した後、このHGA全体にフッ素系コーティング剤による被覆膜を形成しているため、接着強度が低下することは全くない。しかも、ディップのみでHGAのコーティングができるので、製造工程を大幅に簡易化できる。

【0101】HGA全体を覆う被覆膜の膜厚に付いては、図1の実施形態の場合と同様に、1.8nm以下であることがHGAの各部材間の間隙を埋めることなく薄膜コーティングが行える点から好ましく、1.2nm以下であることがより好ましい。

【0102】なお、HGAをディップさせる溶液は、フッ素系コーティング剤溶液に限定されることなく、低表面エネルギーコーティング剤溶液であればいかなるものであってもよい。

【0103】本実施形態のその他の構成及び作用効果は、図1の実施形態の場合と全く同様であるため、説明

を省略する。

【0104】以上、薄膜磁気ヘッド素子の微小位置決め用アクチュエータを備えたHGAを用いて本発明を説明したが、本発明は、このようなアクチュエータを備えたHGAにのみ限定されるものではなく、薄膜磁気ヘッド素子以外の例えば光ヘッド素子等のヘッド素子の微小位置決め用アクチュエータを備えたHGAにも適用可能である。

【0105】以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

#### 【0106】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、HGA全体が例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜で覆われているので、アクチュエータの圧電材料部分も全て被覆されることとなるから、脱粒が皆無となる。低表面エネルギーコーティング剤は、揮水性があるため、高温、高湿度の環境下においてもコーティング剤の吸水によるマイグレーションが生じない。

【0107】また、圧電材料のみならずアクチュエータ及びヘッドスライダの電極端子部まで被覆されるので、接続の信頼性向上をも図ることができる。加えて、ヘッドスライダの浮上面（ABS）も同時に被覆されるため、ABSへのコンタミネーション付着をも防止できる。

【0108】さらに、HGAを形成した後、このHGA全体に例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤による被覆膜を形成しているので、即ち、接着後にコーティングしているので、接着強度が低下することは全くない。

【0109】被覆膜の形成を、HGAを例えばフッ素系コーティング剤である低表面エネルギーコーティング剤溶液内に浸漬した後、乾燥して行えば、HGAの各部材間の間隙を埋めることなく薄膜コーティングが行えるから、アクチュエータの動作が阻害されない。しかも、浸漬のみでHGAのコーティングができるので、製造工程を大幅に簡易化できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態として、磁気ディスク装置の要部の構成を概略的に示す斜視図である。

【図2】図1の実施形態におけるヘッドサスペンションアセンブリの全体をスライダ側から見た平面図である。

【図3】図1の実施形態におけるアクチュエータ及び磁気ヘッドスライダのフレクシャへの取り付け構造を示す分解斜視図である。

【図4】図1の実施形態におけるHGAの一製造過程を説明するためのフローチャートである。

【図5】被覆膜の膜厚に対するストロークの低下特性を表す図である。

【図6】本発明の他の実施形態におけるHGA全体を表す斜視図である。

【図7】図6の実施形態におけるHGAの先端部の斜視図である。

【図8】図6の実施形態におけるHGAの先端部を図3とは異なる方向から見た斜視図である。

【図9】図6の実施形態におけるアクチュエータの構造を示す平面図である。

【図10】図6の実施形態におけるHGAの一製造過程を説明するためのフローチャートである。

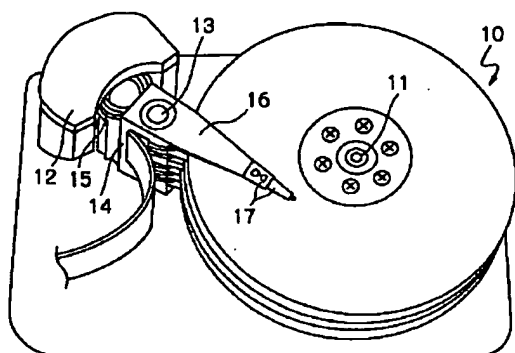
#### 【符号の説明】

- 10 磁気ディスク
- 11、13 軸
- 12 アセンブリキャリッジ装置
- 14 キャリッジ
- 15 主アクチュエータ
- 16 駆動アーム
- 17 HGA
- 20、60 サスペンション
- 21、61 磁気ヘッドスライダ
- 21a 所定部
- 21b 磁気ヘッド素子
- 22、62 アクチュエータ
- 22a 固定部
- 22b 可動部
- 22c、22d 変位発生アーム部
- 23 ロードビーム
- 23a、63a 取り付け部
- 26、66 フレクシャ
- 26a、66a 舌部
- 27、67 ベースプレート
- 28、68 配線部材
- 28a、68a 第1の配線部材
- 28b、68b 第2の配線部材
- 29、69 磁気ヘッド素子用接続パッド
- 30、70 外部回路用接続パッド
- 61a 端子電極
- 62a、90 基部
- 62b、62c 信号端子電極
- 62d、62e グランド端子電極
- 63 第1のロードビーム
- 64 第2のロードビーム
- 64a リフトタブ
- 65 ヒンジ
- 66b 絶縁層
- 66c 分離部
- 71 アクチュエータ用接続パッド
- 91、92 可動アーム部

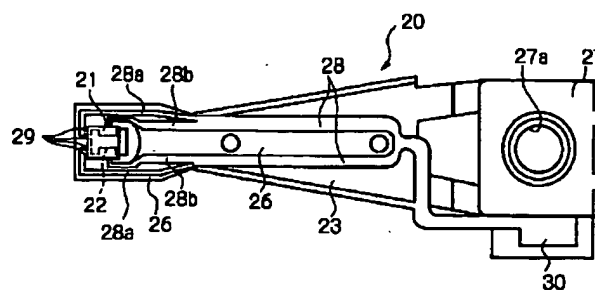
91a、92a アーム部材  
91b、92b 圧電素子

93、94 スライド固着部

【図1】

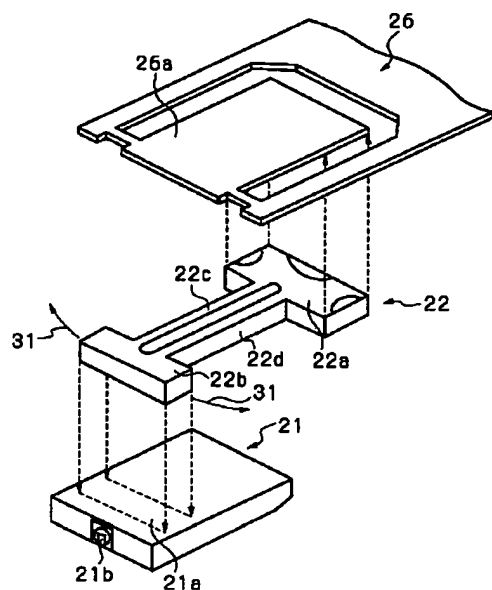


【図2】

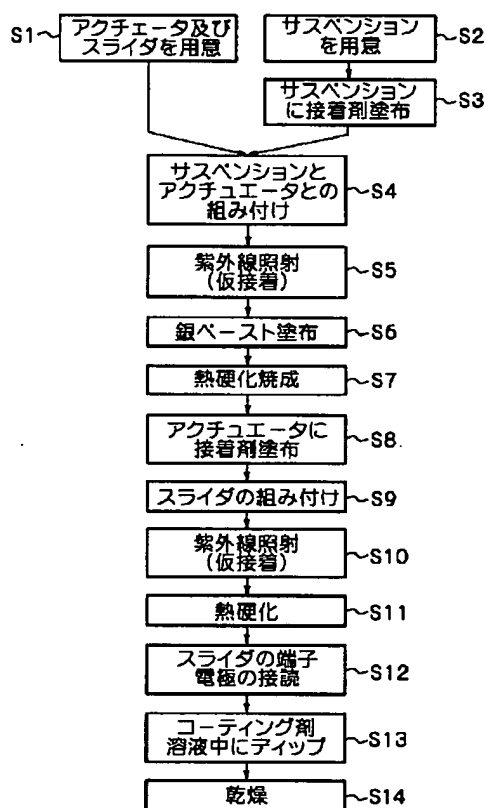
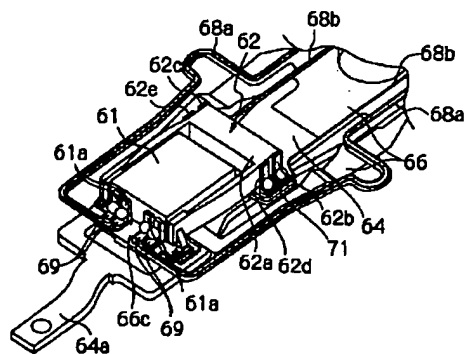


【図3】

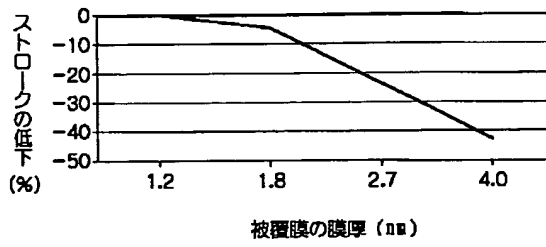
【図4】



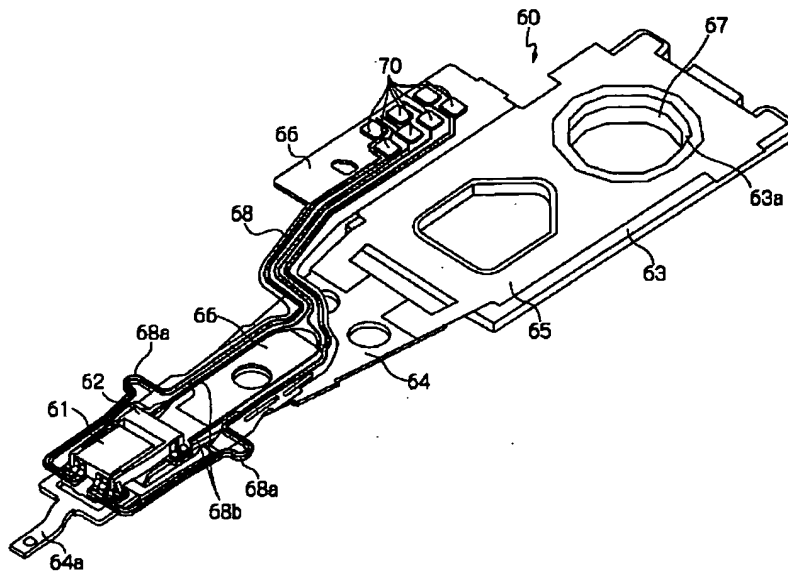
【図7】



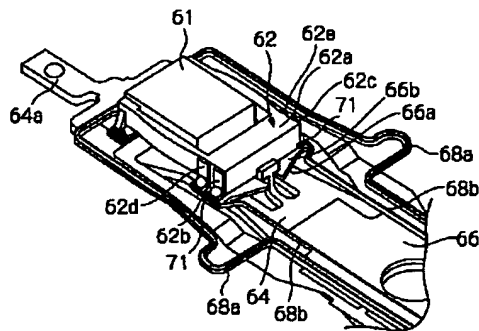
【図5】



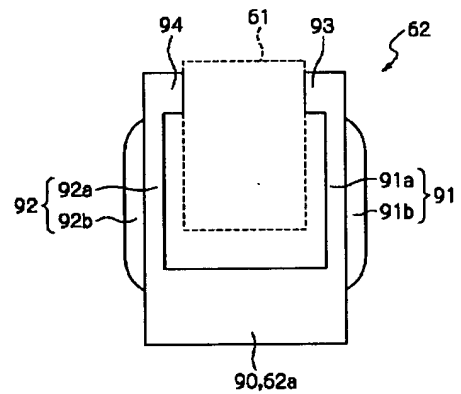
【図6】



【図8】



【図9】



【図10】

